

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**





DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 34 43 428.3  
②2 Anmeldetag: 29. 11. 84  
④3 Offenlegungstag: 27. 6. 85

DE 3443428 A1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦1 Anmelder:  
Droste, Werner, Prof. Dr.-Ing., 2100 Hamburg, DE

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤4 Anordnung zur Versorgung von Verbrauchern oder Verbrauchergruppen mit annähernd konstanter Frequenz aus einem Schiffsbordnetz mit variabler Frequenz

Zur ökonomischen Versorgung der elektrischen Bordnetze von Schiffen werden Synchronwellengeneratoren eingesetzt, die über Getriebe mit fester Übersetzung von der Propellerwelle angetrieben werden. Bei verkleinerter Schiffsgeschwindigkeit ist die Drehzahl der Propellerwelle kleiner als die Nenndrehzahl, folglich ist auch die Frequenz des Bordnetzes kleiner als die Nennfrequenz. Ein großer Teil der an das Bordnetz angeschlossenen Verbraucher ist gegen diese Frequenzsenkung unempfindlich, wenn die Netzspannung proportional zur Frequenz gesenkt wird. Ein kleiner Teil der Verbraucher ist jedoch auf annähernd konstante Frequenz und Spannung angewiesen. Zur Versorgung eines Teilnetzes, an welches diese Verbraucher angeschlossen sind, wird ein Konverter vorgeschlagen, der im wesentlichen aus einer rotierenden Drehfeldmaschine besteht. Die Drehfeldwicklung des Stators (oder des Rotors) wird an das Netz mit variabler Frequenz und Spannung angeschlossen und die Drehfeldwicklung des Rotors (oder des Stators) versorgt das Teilnetz mit annähernd konstanter Frequenz und Spannung. Der Rotor wird mittels eines Hilfsantriebsmotors mit einer solchen Drehzahl gedreht, daß die Summe aus der Drehfrequenz des aus dem Netz variabler Frequenz gespeisten Drehfelds und der Frequenz der Rotordrehung annähernd konstant ist.

DE 3443428 A1

Patentansprüche

5

## Patentanspruch 1:

Anordnung zur Versorgung von Verbrauchern oder Verbrauchergruppen mit annähernd konstanter Frequenz aus einem Schiffsbordnetz mit variabler Frequenz und frequenzproportionaler Spannung dadurch gekennzeichnet, daß als Konverter eine Drehfeldmaschine vorgesehen ist, die im Stator und Rotor je eine Drehfeldwicklung hat, wobei eine Drehfeldwicklung an das Netz mit variabler Frequenz angeschlossen ist und die andere Drehfeldwicklung an das Netz mit konstanter Frequenz angeschlossen ist und der Rotor der Drehfeldmaschine durch einen Hilfsantriebsmotor gedreht wird in der Weise, daß die Summe aus der Drehfrequenz des aus dem Netz variabler Frequenz gespeisten Drehfeldes und der Frequenz der Rotordrehung konstant ist.

20

## Patentanspruch 2:

Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an der Drehfeldwicklung, die das Netz mit konstanter Frequenz speist, ein Phasenschieberkondensator angeschlossen ist, der so dimensioniert ist, daß er mindestens die für die Magnetisierung des Luftspaltes erforderliche induktive Blindleistung kompensiert.

25

30

## Patentanspruch 3:

Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Hilfsantriebsmotor ein polumschaltbarer Asynchronmotor verwendet wird, der über ein Getriebe oder einen Riemenantrieb mit dem Rotor der Drehfeldmaschine gekuppelt ist und daß eine mechanische Bremse mit dem Hilfsantriebsmotor gekuppelt ist.

35

Anordnung zur Versorgung von Verbrauchern oder Verbrauchergruppen mit annähernd konstanter Frequenz aus einem Schiffsbordnetz mit variabler  
5 Frequenz.

Aus wirtschaftlichen Gründen ist es empfehlenswert, das Bordnetz eines Schiffes durch einen Wellengenerator zu versorgen. Der Wellengenerator  
10 wird von der Hauptmaschine angetrieben, seine Energie wird infolgedessen durch billigeren Treibstoff erzeugt und der Aufwand für Wartungsarbeiten und Reparaturen wird reduziert, da außer der Hauptmaschine des Schiffes keine weiteren Dieselmotoren in Betrieb sein müssen.

15 Die Bordnetze von Schiffen sind Drehstromnetze, die Frequenz und die Spannung dieser Netze wird innerhalb vorgegebener Grenzen konstant gehalten. Ein Synchrongenerator erzeugt Drehstrom, dessen Frequenz proportional der Drehzahl ist, die Spannung des Generators wird durch den Spannungsregler konstant gehalten. In einer Wellengeneratoranlage muß  
20 infolgedessen bei variabler Drehzahl des Generatorantriebs eine Energiewandlung erfolgen, um die Netzfrequenz konstant zu halten. Hierfür sind Anlagen mit Umrichtern bekannt, bei denen die gesamte vom Wellengenerator abgegebene elektrische Energie in einen Gleichstromzwischenkreis gespeist wird und die Versorgung des Bordnetzes über Stromrichter aus  
25 diesem Zwischenkreis erfolgt. Ferner werden mechanische Wellengeneratorantriebe eingesetzt, bei denen die Eingangsdrehzahl proportional zur variablen Propellerdrehzahl ist und die Ausgangsdrehzahl konstant gehalten wird. Bei diesen Überlagerungsgetrieben wird durch einen zusätzlichen Antrieb Energie in das Getriebe eingespeist, die Drehzahl  
30 dieses zusätzlichen Antriebes ist dabei proportional der Abweichung der Propellerdrehzahl gegenüber einer Bezugsdrehzahl, die im allgemeinen in der Mitte des zulässigen Drehzahlbereiches liegt.

Auf Schiffen mit Verstellpropellern kann ein anderer Weg beschritten werden, da es möglich ist, die Antriebsanlage mit konstanter Drehzahl zu betreiben und die erforderliche Leistungsabgabe an den Propeller durch die Propellersteigung einzustellen. Bei diesen Schiffen kann als Wellengenerator eine normale Synchronmaschine benutzt werden, die über ein Getriebe an die Propellerwelle angekuppelt ist.

10

Im allgemeinen werden die Antriebsanlagen von Schiffen nicht mit voller Leistung betrieben, d. h. Festpropelleranlagen laufen während eines großen Teiles ihrer Betriebszeit mit verkleinerter Drehzahl und Verstellpropelleranlagen mit verkleinerter Steigung. Bei Verstellpropelleranlagen kann man in diesem Betriebszustand eine merkliche Verbesserung des Wirkungsgrades erreichen, wenn man bei Teillast die Drehzahl des Propellers senkt und die Steigung entsprechend vergrößert. Diese Betriebsart ist als Kombinatorbetrieb bekannt.

Benutzt man Synchronmaschinen als Wellengenerator, dann sinkt die Frequenz bei Teillast proportional zur Drehzahl der Hauptmaschine etwa mit der dritten Wurzel aus der Leistung, d. h. bei 60 % Leistungsabgabe der Hauptmaschine ist die Drehzahl des Propellers ca. 85 % der Nenn-drehzahl. Bei Verstellpropelleranlagen mit Kombinatorbetrieb wird die Drehzahl so eingestellt, daß der günstigste Wirkungsgrad des Propellers erreicht wird, hier ist etwa bei 60 % Leistung eine Drehzahl von 90 % zu erwarten. Die Bordnetzfrequenz wird also bei einer derartigen Anlagenkonfiguration zwischen 85 % und 100 % schwanken, eine Betriebsweise, die als "Gleitfrequenzbetrieb" bezeichnet wird.

30

35

Die Senkung der Bordnetzfrequenz bei Teillast der Hauptmaschine hat zur Folge, daß alle Asynchronmotoren und damit alle Antriebe von Hilfsmaschinen ihre Drehzahl proportional zur Frequenz verkleinern. Die Leistungsverkleinerung der Hauptmaschine hat zur Folge, daß auch für die Hilfsbetriebe der Hauptmaschine kleinere Leistungen erforderlich sind. Insbesondere die Pumpen der Kühlkreisläufe, des Brennstoff- und Schmierölsystems und die Maschinenraumlüfter können mit kleiner Drehzahl betrieben werden, wenn trotz der Absenkung der Drehzahlen die vorgegebenen Temperaturgrenzen und Druckgrenzen durch Temperatur- und Druckregler eingehalten werden.

Andere größere Verbraucher elektrischer Energie im Seebetrieb sind Klimaanlage, Ladungskühlanlagen und Laderaumbelüftung. Diese Anlagen laufen während des größten Teils ihrer Betriebsdauer mit Teillast, da ihre Auslegung entsprechend den Anforderungen beim Niederkühlen der Ladung und bei den ungünstigsten Klimabedingungen erfolgen muß. Das Bordnetz kann also auch im Hinblick auf diese Verbraucher während des größten Teiles der Reise mit abgesenkter Frequenz betrieben werden. Die Kühlraumtemperaturen und der Luftwechsel in den Laderäumen wird durch die zugehörigen Regelungen und Steuerungen konstant gehalten.

Der Gleitfrequenzbetrieb ist auch für alle anderen Hilfsmaschinenantriebe im Seebetrieb möglich. Die Durchsatzleistung der Separatoren ist zwar bei verkleinerter Drehzahl geringer, aber der Treibstoffverbrauch ist ebenfalls kleiner. Die hydraulischen Antriebe für die Rudermaschine werden bei Teillast der Hauptmaschine mit kleinerer Drehzahl laufen, aber das erforderliche Ruderdrehmoment wird nicht verkleinert.

Die Hilfsmaschinen, die für den Betrieb des Schiffes erforderlich  
5 sind, sowie die Ladungskühlanlage und die Klimaanlage für die Wohn-  
räume können also während des weitaus größten Teiles der Seezeit durch  
einen Synchronwellengenerator versorgt werden. In den elektrischen An-  
lagenteilen setzt der Betrieb mit variabler Frequenz variable Spannung  
0 voraus, da in allen elektrischen Maschinen und Apparaten der Quotient  
aus Spannung und Frequenz konstant sein muß, um die magnetischen Flüsse  
auf dem Nennwert zu halten. Damit sind alle Generatoren, Motoren, Trans-  
formatoren und Magnetspulen von Schützen und Relais unabhängig von  
Frequenzänderungen bezüglich ihrer Ströme und ihrer Flüsse im Nenn-  
betriebszustand und die mechanischen Kräfte bzw. die Drehmomente und  
15 die auftretenden Verluste entsprechen den Zuständen bei Nennfrequenz.

Es sind an Bord eines Schiffes jedoch auch Frequenz- und spannungsab-  
hängige Verbraucher vorhanden. Metallfadenlampen sind frequenzunab-  
hängig, sie ändern ihren Lichtstrom jedoch sehr stark mit der Spannung,  
20 so daß sie auf annähernd konstante Spannung angewiesen sind. Im Wohn-  
bereich ist daher eine Versorgung mit konstanter Spannung wünschens-  
wert, auch weil hier eine Vielzahl von Geräten angeschlossen sein kann,  
deren Funktion bei dauernd abgesenkter Spannung und Frequenz nicht  
beurteilt werden kann.

25

Die Anlagen im Brückenbereich sind ebenfalls auf annähernd konstante  
Spannung und Frequenz angewiesen, da hier nautisch wichtige Signalan-  
lagen angeschlossen sind, deren Lichtstärke spannungsabhängig ist. Für  
die nautischen Geräte im Brückenbereich und für die Funkanlage wird  
30 eine Vielzahl unterschiedlicher Gerätetypen eingesetzt. Wegen der  
Garantieabgrenzungen und der Vorschriften der Klassifikationsgesell-  
schaften ist es erforderlich, Spannung und Frequenz annähernd konstant  
zu halten.

35



Das Bild 1 zeigt eine Zusammenstellung der im Seebetrieb eingeschalteten  
5 Verbrauchergruppen, wobei eine Gruppierung im Hinblick auf Frequenz-  
und Spannungsabhängigkeit durchgeführt wurde. Es ist ein Energiever-  
sorgungsnetz vorgesehen, daß von einem Synchronwellengenerator 1.1 ge-  
speist wird und dessen Frequenz und Spannung unabhängig vom Betriebs-  
zustand zwischen 80 % und 100 % der Nennwerte liegt. Die Spannung ist  
10 dabei proportional der Frequenz.

Ein Teil der Verbraucher ist über einen Frequenz- und Spannungskonverter  
1.2 angeschlossen, der dafür sorgt, daß die Frequenz zwischen 95 % und  
105 % gehalten wird, wobei auch hier Spannung und Frequenz proportional  
15 ist. Mit einem derartigen Bordnetz kann während des größten Teils der  
Betriebszeit auf See der Wellengenerator zur Energieerzeugung benutzt  
werden.

Der Konverter für die Versorgung des Netzteiles mit annähernd konstanter  
20 Frequenz hat verhältnismäßig kleine Leistung. Er versorgt diejenigen  
Verbraucher, die üblicherweise aus dem Bordnetz über Transformatoren  
mit 220 V Drehstrom versorgt werden. Die betriebsmäßigen Anforderungen  
an diesen Konverter betreffen im wesentlichen die Betriebssicherheit,  
die Sicherstellung der Selektivität im angeschlossenen Netz und eine  
25 möglichst einfache Steuerung und Regelung.

Gegenstand der Erfindung ist ein geeigneter Konverter, der aus dem all-  
gemeinen Bordnetz mit Gleitfrequenz und frequenzproportionaler Spannung  
die Energie für die Versorgung des Teilnetzes mit annähernd konstanter  
30 Frequenz und konstanter Spannung entnimmt.

- Es sind Anordnungen von elektrischen Maschinen und Bauteilen der Leistungselektronik oder Kombination von Maschinen und Stromrichtern bekannt, mit denen die gestellte Aufgabe gelöst werden kann.

Beispielsweise kann das Teilnetz durch einen Generator gespeist werden, der durch eine Leonardschaltung mittels zweier Gleichstrommaschinen mit konstanter Drehzahl angetrieben wird. Hier sind drei elektrische Maschinen erforderlich, von denen jede eine Nennleistung haben muß, die größer als der maximale Leistungsbedarf des Teilnetzes für annähernd konstante Frequenz ist. Es ist ein Frequenzregler und ein Spannungsregler erforderlich.

15

Elektrische Schaltungen mit Bauteilen der Leistungselektronik zur Frequenzwandlung sind bekannt. Die Dimensionierung der Bauteile muß für vorliegenden Anwendungszweck so erfolgen, daß nicht nur der maximale Leistungsbedarf des Teilnetzes für annähernd konstante Spannung dauernd gedeckt werden kann, sondern daß auch im Falle eines Kurzschlusses im angeschlossenen Teilnetz genügend große Ströme fließen können, um die selektive Auslösung von Sicherungen oder Schutzschaltungen sicherzustellen. Es ist ein Frequenzregler und ein Spannungsregler erforderlich.

25

Es sind ferner Kombinationen aus netzgeführten Thyristor-Stromrichtern mit Synchronmaschinen bekannt, mit denen ein Bordnetz konstanter Spannung und Frequenz über einen Gleichstromzwischenkreis aus einem Synchronwellengenerator versorgt werden kann (DBP. 1281027). Diese technische Lösung kann auch für die Versorgung eines Teilnetzes herangezogen werden.

30

Der Aufwand ist jedoch auch hier erheblich, da nicht nur die Stromrichter  
5 für den maximalen Leistungsbedarf des Teilnetzes für annähernd konstante  
Frequenz ausgelegt werden müssen, sondern auch die zugehörigen Phasen-  
schiebermaschine die Summe aus Blindleistungsbedarf des Teilnetzes und  
Blindleistungsbedarf des vom Teilnetz geführten Stromrichters decken  
muß. Alle Schutz- und Regeleinrichtungen einer Wellengeneratoranlage  
10 zur Versorgung eines Bordnetzes sind erforderlich.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß als Konverter eine Drehfeld-  
maschine vorgesehen ist, die im Stator und Rotor je eine Drehfeld-  
wicklung hat, wobei eine Drehfeldwicklung an das Netz mit variabler  
15 Frequenz angeschlossen ist und die andere Drehfeldwicklung an das  
Netz mit konstanter Frequenz angeschlossen ist und der Rotor der Dreh-  
feldmaschine durch einen mechanischen Antrieb gedreht wird in der Weise,  
daß die Summe aus der Drehfrequenz des aus dem Netz variabler Frequenz  
gespeisten Drehfeldes und der Frequenz der Rotordrehung konstant ist.

20 Die vorliegende Aufgabe kann mit Hilfe eines Drehtransformators gelöst  
werden. Drehtransformatoren werden in Landanlagen als Spartransformatoren  
zur Spannungseinstellung benutzt; für den Einsatz als Frequenz- und  
Spannungskonverter müssen sie als Durchgangstransformatoren geschaltet  
25 werden und der Rotor muß durch einen Hilfsantrieb mit einer Drehzahl ge-  
dreht werden, die der Differenz zwischen Bordnetzfrequenz und Sollfre-  
quenz entspricht. Es empfiehlt sich, als Drehtransformator einen Schleif-  
ringläuferasynchronmotor zu benutzen, dessen Nennleistung gleich der  
Leistung des Netzes für annähernd konstante Frequenz ist. Derartige  
30 Maschinen sind preisgünstig, betriebssicher und für den Bordeinsatz ge-  
eignet.

Die Frequenzwandlung ist nur in einem kleinen Bereich erforderlich, da die Frequenz des allgemeinen Bordnetzes zwischen 80 % und 105 % der Nennfrequenz liegt. Die Frequenz des Netzes mit annähernd konstanter Frequenz muß entsprechend den Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften zwischen 95 % und 105 % liegen (dauernde Abweichungen). Vorübergehend sind größere Abweichungen zugelassen.

10

Ein Schleifringläufermotor, dessen Rotor- und Statorwicklungen an zwei verschiedene Netze angeschlossen sind, kann als allgemeine Drehfeldmaschine aufgefaßt werden. Die Leistungsaufteilung zwischen der zugeführten elektrischen Leistung und der an der Welle zugeführten mechanischen Leistung hängt nur vom Frequenzverhältnis zwischen den beiden Wicklungen ab. Das Drehmoment an der Welle ist bei konstanter Ausgangsfrequenz proportional zur Ausgangsleistung:

$$n_{Rt} = \frac{f_N - f_{WG}}{Z_p}$$

20

$$P_{HA} = P_N \frac{f_N - f_{WG}}{f_N}$$

$$M_{Rt} = P_N \frac{Z_p}{2\pi \cdot f_N}$$

25

$Z_p$  ist die Polpaarzahl der Drehfeldmaschine

Indices:

- 30 N : Ausgangsseite (Netz mit annähernd konstanter Frequenz)
- WG : Eingangsseite (Netz mit Gleitfrequenz)
- HA : Hilfsantrieb
- Rt : Rotor der Drehfeldmaschine

35

Die Polpaarzahl der Drehfeldmaschine hat keinen Einfluß auf die Funktion,  
5 wohl aber auf Größe und Preis der Maschine. Es empfiehlt sich, zweipolige  
oder vierpolige Maschinen zu wählen, je nachdem welche Ausführung bil-  
liger ist.

Die von dem Netz mit Gleitfrequenz gespeiste Wicklung muß so konstruiert  
10 sein, daß der Strombelag am Umfang des Luftspaltes möglichst sinus-  
förmig verteilt ist, d. h. daß möglichst keine Durchflutungsoberwellen  
vorhanden sind. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, treten im Netz mit  
annähernd konstanter Frequenz keine Modulationen oder Schwebungen mit  
der Drehfrequenz des Rotors auf.

15

Der grundsätzliche Aufbau eines derartigen Konverters ist in Bild 2  
gezeigt. Die Drehfeldmaschine (2.1) hat je eine Drehstromwicklung im  
Stator (2.2) und im Rotor (2.3). Hier ist die Rotorwicklung an das  
Bordnetz mit Gleitfrequenz (2.4) angeschlossen, das hat den Vorteil,  
20 daß die Statorwicklung bei Bedarf zur Erdung des Sternpunktes des  
Teilnetzes mit annähernd konstanter Frequenz (2.5) herangezogen werden  
kann. Es ist genau so wie bei Transformatoren möglich, eine Anpassung  
der Ausgangsspannung mittels Anzapfungen der Wicklung oder einen nach-  
geschalteten Spartransformator durchzuführen. Diese Spannungsanpassung  
25 soll aber nur einmal, bei Inbetriebnahme, erforderlich sein, falls es  
die Netzverhältnisse erfordern.

30

35

Der Rotor der Drehfeldmaschine wird vom Bordnetz mit Gleitfrequenz mit  
5 variabler Frequenz gespeist. Da die Spannung dieses Netzes proportional  
der Frequenz ist, wird im Rotor bei jedem Betriebszustand der Nennfluß  
induziert. Wird der Rotor zusätzlich mechanisch gedreht, so tritt im  
Stator ein Fluß auf, dessen Drehzahl gleich der Summe aus der Dreh-  
frequenz des Rotors und der Frequenz des Bordnetzes mit Gleitfrequenz  
10 ist. Die Statorfrequenz und die Statorspannung kann daher konstant ge-  
halten werden, wenn die Rotordrehzahl entsprechend eingestellt wird.  
Da die Frequenz im Bordnetz mit Gleitfrequenz nur kleiner als die  
Nennfrequenz ist, wird durch den Rotorantrieb immer mechanische Leistung  
zugeführt. Beispielsweise wird bei einer Bordnetzfrequenz von 85 % dem  
15 Konverter über den Rotor 85 % der abgegebenen Leistung aus dem Bordnetz  
zugeführt und 15 % der abgegebenen Leistung werden mechanisch über die  
Welle zugeführt. Der Hilfsantriebsmotor (2.6) ist über ein Getriebe (2.7)  
an den Rotor angekuppelt und er wird aus dem Bordnetz mit Gleitfrequenz  
versorgt. Bei der verhältnismäßig kleinen Leistung des Hilfsantriebs-  
20 motors kann als Getriebe ohne weiteres ein Riementrieb benutzt werden.

Die erfindungsgemäße Anordnung hat den Vorteil, daß als Konverter nur  
eine elektrische Maschine benutzt wird, deren Nennleistung gleich dem  
maximalen Leistungsbedarf des Teilnetzes für annähernd konstante Fre-  
25 quenz ist. Der Hilfsmotor für den Rotorantrieb hat nur eine Leistung  
von ca. 20 % des maximalen Leistungsbedarfs des Teilnetzes. Ferner ist  
keine Spannungsregelung erforderlich.

- Bei Betrieb des Konverters tritt durch die Streublindwiderstände von  
5 Statorwicklung und Rotorwicklung ein belastungsabhängiger Spannungs-  
fall auf, der bei normaler Ausnützung der Wicklungen größer ist als  
bei leistungsgleichen Transformatoren. Eine Verbesserung der Verhält-  
nisse ist durch einen Phasenschieberkondensator (2.8) auf der Aus-  
gangsseite möglich. Gleichzeitig kann durch den Kondensator kapazitive  
10 Blindleistung abgegeben werden, die die für die Magnetisierung des  
Luftspaltes erforderliche induktive Blindleistung kompensiert, und  
einen Teil der Blindleistung des Teilnetzes mit annähernd konstanter  
Frequenz deckt.
- 15 In der Anordnung nach Bild 2 wird der Rotorwicklung elektrische Leistung  
zugeführt. Es ist natürlich auch möglich, Rotor- und Statorwicklungen  
zu vertauschen, so daß die elektrische Leistung aus dem Netz mit Gleit-  
frequenz der Statorwicklung zugeführt wird und das Netz mit annähernd  
konstanter Frequenz aus der Rotorwicklung zu speisen.
- 20 Es besteht die Möglichkeit durch den beschriebenen Konverter die Fre-  
quenz der angeschlossenen Verbraucher konstant zu halten, auch wenn  
die Frequenz des allgemeinen Bordnetzes aufgrund des Betriebszustandes  
der Propelleranlage vom Nennwert abweicht und wenn Frequenzschwankungen  
25 durch Seegangseinfluß auftreten. Der Hilfsantriebsmotor muß dann in  
seiner Drehzahl kontinuierlich verstellbar sein, es kommt hier z. B.  
ein Leonardantrieb in Frage oder ein stromrichter gespeister Gleich-  
strommotor. Auch ein hydraulischer Antrieb oder ein Antrieb über Ge-  
triebe mit verstellbarer Übersetzung ist möglich. Die Erfahrung zeigt  
30 jedoch, daß die Frequenzschwankungen durch Seegangseinfluß nicht stören.  
Es genügt daher, für den erfindungsgemäßen Zweck die mittlere Frequenz-  
abweichung des Bordnetzes auszugleichen.

Es wird vorgeschlagen, einen polumschaltbaren Asynchronmotor als Hilfs-  
 5 antriebsmotor zu benutzen. Für den Betrieb des Bordnetzes mit Gleit-  
 frequenz annähernd bei Nennfrequenz wird der Hilfsantriebsmotor abge-  
 schaltet und eine mechanische Bremse (2.9) eingelegt.

Bei geeigneter Auslegung der Polzahlen und des Getriebes zwischen  
 10 Rotor der Drehfeldmaschine und Hilfsantriebsmotor kann man mit zwei  
 Polpaarzahlen im Verhältnis 1 : 2 die Frequenz am Ausgang des Kon-  
 verters in einem Bereich von  $\pm 5\%$  halten, wenn die Frequenz des all-  
 gemeinen Bordnetzes zwischen 80 % und 105 % schwankt. Bild 3 zeigt  
 den Zusammenhang zwischen der Frequenz im allgemeinen Bordnetz und  
 15 der Frequenz im Ausgang des Konverters.

Damit bei Frequenzschwankungen durch Seegangseinfluß kein ständiges  
 Umschalten des Hilfsantriebsmotors erfolgt, ist eine genügende Hysterese  
 und eine zeitabhängige Steuerung erforderlich. Bild 4 zeigt einen Aus-  
 20 schnitt aus Bild 3, in dem die erforderliche Hysterese der Umschalt-  
 punkte erkennbar ist.

Reicht der mit Polzahlen des Hilfsantriebsmotors erreichbare Frequenz-  
 bereich nicht aus, so wird ein dreifach polumschaltbarer Asynchronmotor  
 25 als Hilfsantrieb eingesetzt. Die Abstufung der Polzahlen und das er-  
 forderliche Getriebeübersetzungsverhältnis ist nach folgender Gleichung  
 zu bestimmen:

$$f_N = f_{WG} (1 + U \cdot k)$$

30 dabei bedeutet:

U : Getriebeübersetzungsverhältnis

k = 0 : Bremse eingelegt

35  $k = \frac{Z_P}{Z_{PHA}}$  : Hilfsantriebsmotor mit der Polpaarzahl  $Z_{PHA}$  eingeschaltet



- 14 -  
- Leerseite -

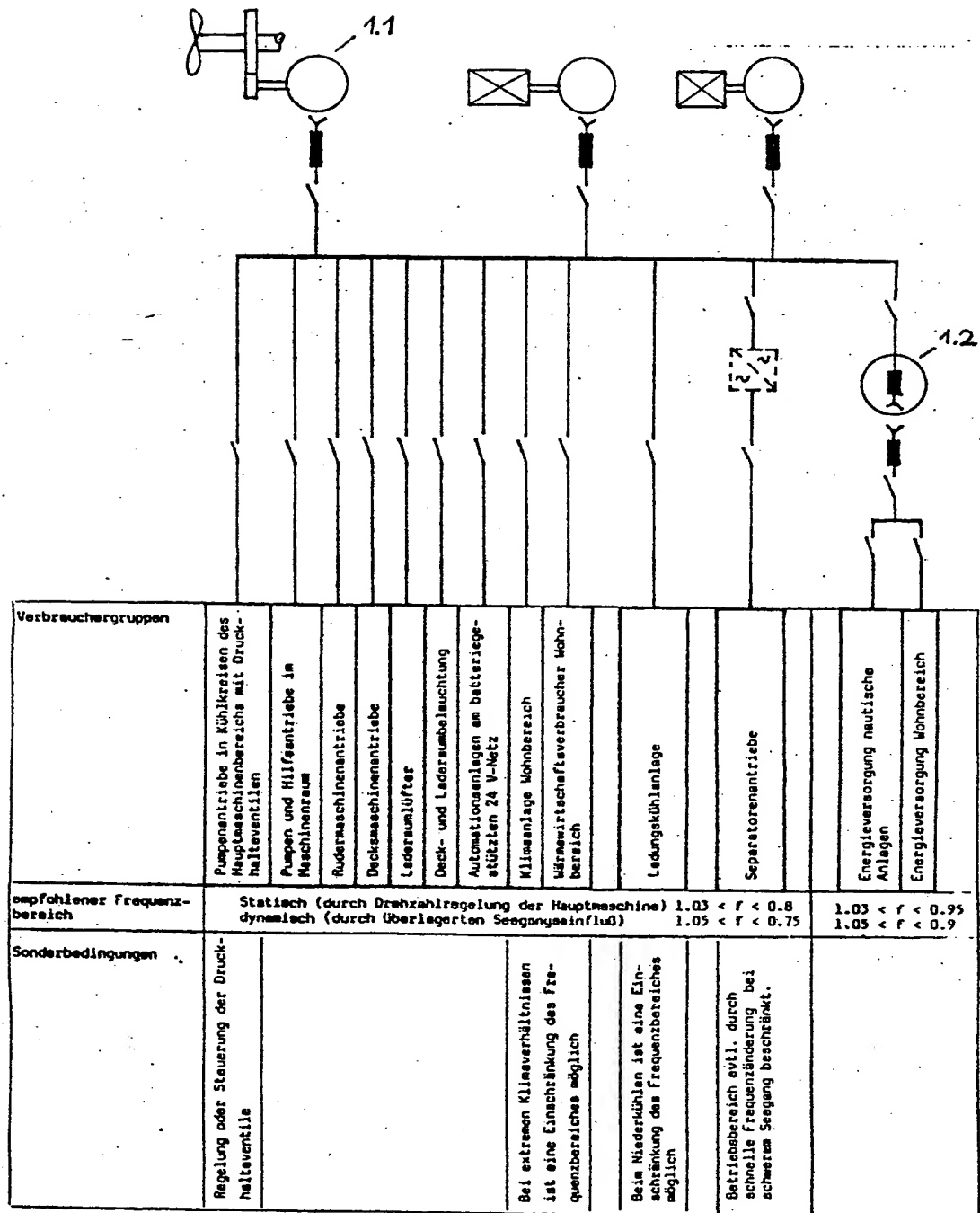


Bild 1

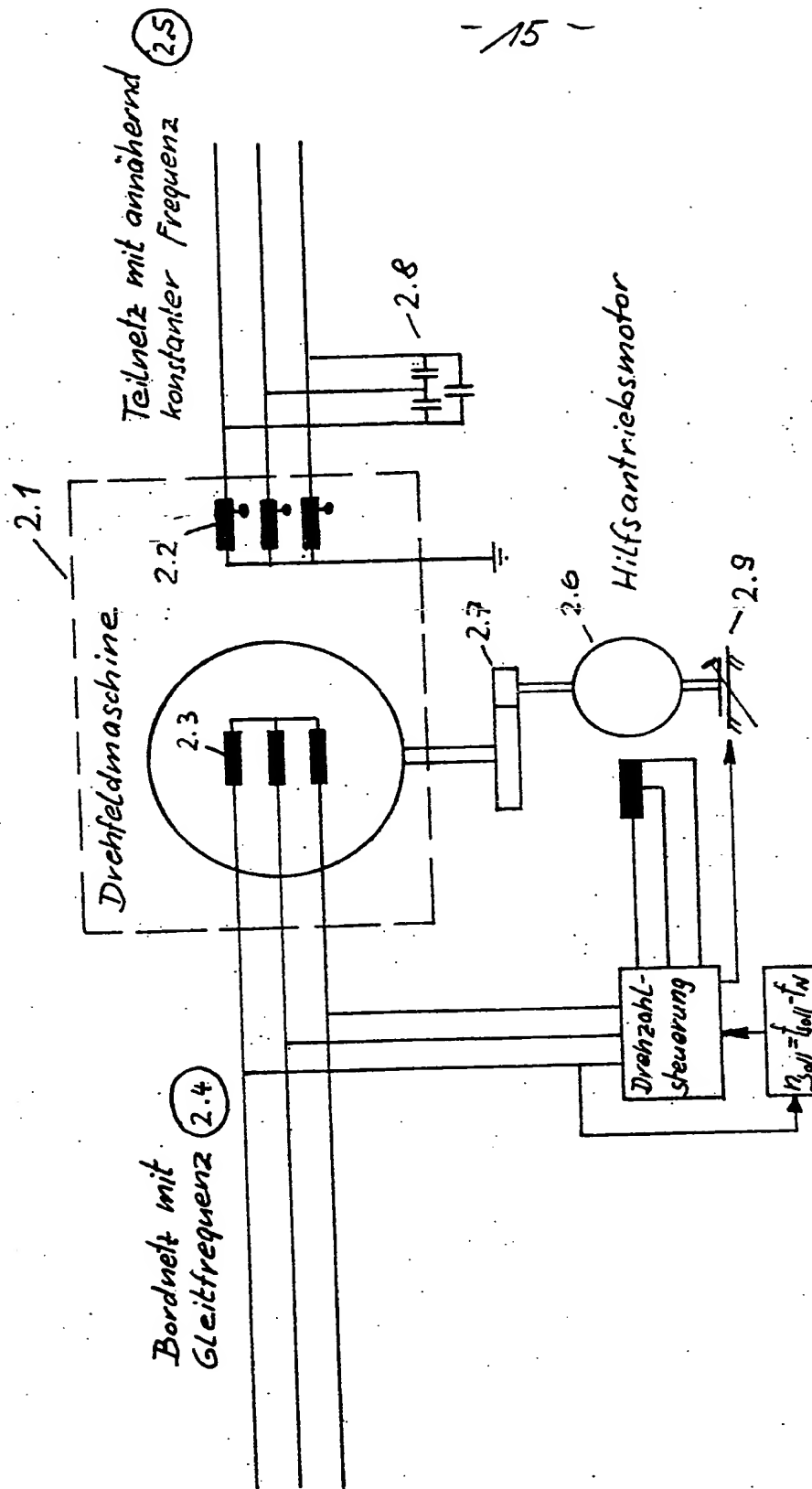


Bild 2

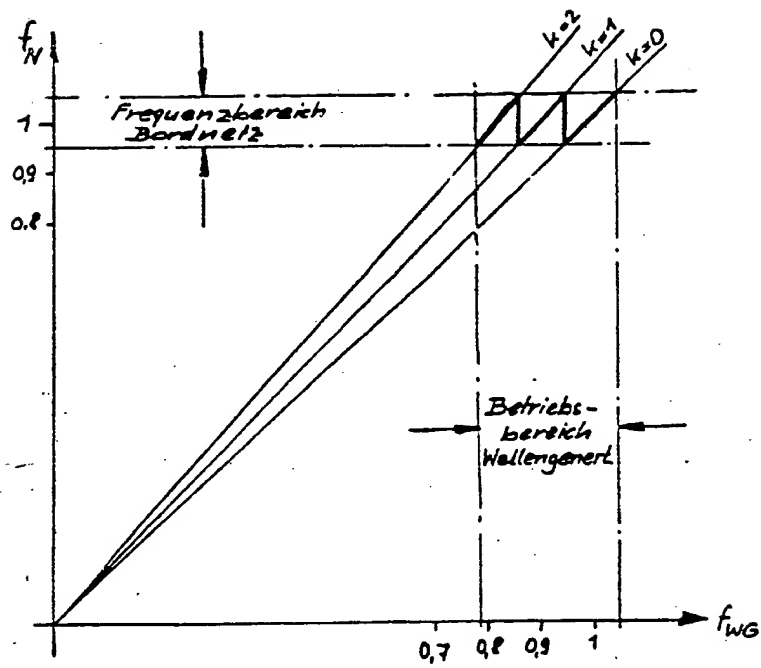


Bild 3

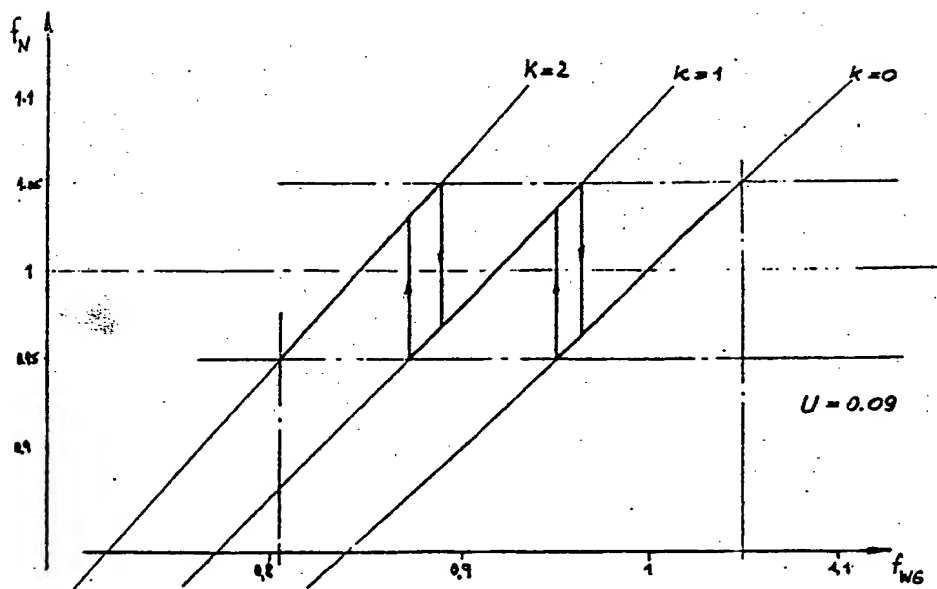


Bild 4